

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Yi-Chang TSAO, et al. ) Group: Not yet assigned  
 Serial No.: Not yet assigned )  
 Filed: Concurrently herewith ) Examiner: Not yet assigned  
 For: "APPARATUS AND METHOD FOR ) Our Ref: B-5136 621042-5  
 INSPECTING CRYSTAL QUALITY OF )  
 A POLYSILICON FILM" ) Date: June 27, 2003

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Mail Stop Patent Application  
 Commissioner for Patents  
 P.O. Box 1450  
 Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants hereby make a right of priority claim under 35 U.S.C. 119 for the benefit of the filing date(s) of the following corresponding foreign application(s):

<u>COUNTRY</u>	<u>FILING DATE</u>	<u>SERIAL NUMBER</u>
Taiwan, R.O.C.	21 October 2002	91124255

A certified copy of each of the above-noted patent applications was filed with the Parent Application No. \_\_\_\_\_.

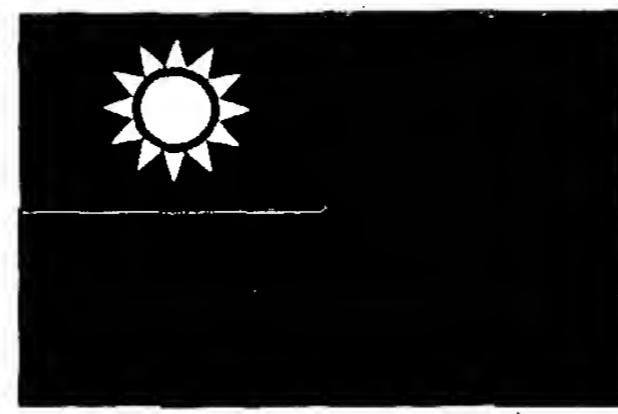
To support applicant's claim, a certified copy of the above-identified foreign patent application is enclosed herewith.

The priority document will be forwarded to the Patent Office when required or prior to issuance.

Respectfully submitted,

Ross A. Schmitt  
 Attorney for Applicant  
 Reg. No. 42,529

LADAS & PARRY  
 5670 Wilshire Boulevard  
 Suite 2100  
 Los Angeles, CA 90036  
 Telephone: (323) 934-2300  
 Telefax: (323) 934-0202



EV338347963W

# 中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，

其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 10 月 21 日

Application Date

申請案號：091124255

Application No.

申請人：友達光電股份有限公司

Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2002 年 12 月 9 日

Issue Date

發文字號：

Serial No.

09111023998

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

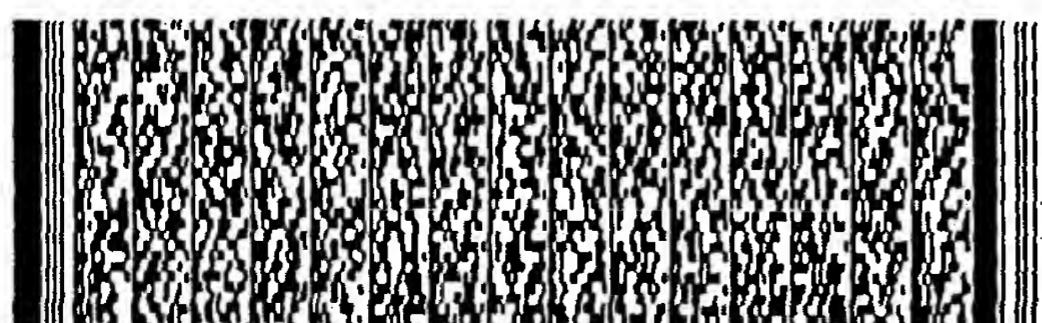
一、 發明名稱	中文	多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置及其檢測與控制方法
	英文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	1. 曹義昌 2. 廖龍盛
	姓 名 (英文)	1. Yi-Chang Tsao 2. Loug-Sheng Liao
	國 籍	1. 中華民國 2. 中華民國
	住、居所	1. 新竹市光復路一段459巷30號6樓之3 2. 桃園縣中壢市中和路161號之1
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	1. 友達光電股份有限公司
	姓 名 (名稱) (英文)	1.
	國 籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹科學工業園區新竹市力行二路一號
	代表人 姓 名 (中文)	1. 李焜耀
代表人 姓 名 (英文)	1.	



四、中文發明摘要 (發明之名稱：多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置及其檢測與控制方法)

本發明揭示一種多晶矽薄膜結晶品質之控制方法。首先，提供一第一基板，其上覆蓋有一第一非晶矽層。接著，以不同能量密度之雷射對第一非晶矽層實施退火處理，以形成複數第一多晶矽區。接著，透過一分光器將一光源分成一第一光束及一用以照射於第一多晶矽區之一第二光束。之後，偵測第一光束及從這些第一多晶矽層反射之第二光束之光強度以獲得複數光強度比率，並依據這些光強度比率來決定一第二既定能量密度。最後，以具有第二既定能量密度之雷射對表面覆蓋有一第二非晶矽層之第二基板實施退火處理，以形成一第二多晶矽層。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

## 五、發明說明 (1)

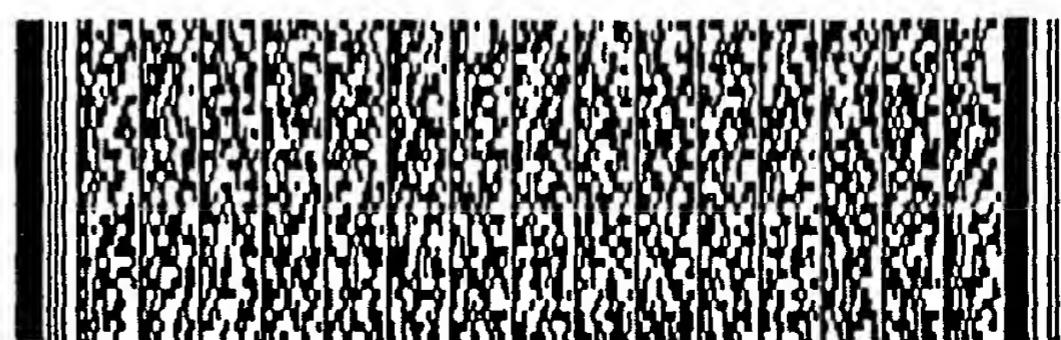
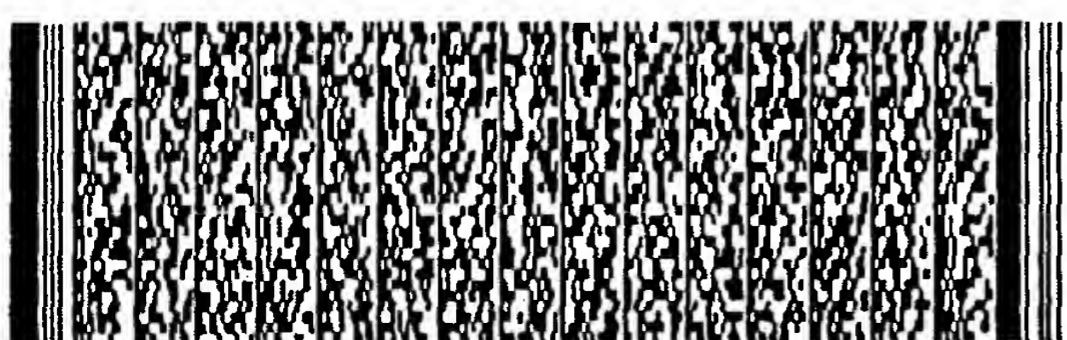
### 發明領域：

本發明係有關於一種半導體薄膜之檢測裝置及其檢測與控制方法，特別是有關於一種多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置及其檢測與控制方法，以監測多晶矽薄膜結晶品質及調整結晶用的雷射能量密度。

### 相關技術說明：

目前的薄膜電晶體液晶顯示器 (thin film transistor-liquid crystal display, TFT-LCD) 技術分為兩種，一為傳統的非晶矽薄膜電晶體，另一為多晶矽薄膜電晶體。由於多晶矽薄膜電晶體的電子移動速度為非晶矽薄膜電晶體的10倍到100倍之間。因此，TFT-LCD 業界已開始著手進行研究及發展，以多晶矽薄膜電晶體之作為畫素 (pixel) 開關元件及LCD 週邊之驅動電路。

上述多晶矽薄膜電晶體的製作通常採用低溫多晶矽 (low temperature polysilicon, LTPS) 製程。所謂的 LTPS 製程係利用準分子雷射退火處理 (excimer laser annealing, ELA) 使原先的非晶矽薄膜轉變成多晶矽結構。由於製程溫度在600 °C 以下，所以適用於透明的玻璃基板。多晶矽薄膜電晶體之電子移動速度與多晶矽薄膜之結晶品質有關。亦即，多晶矽薄膜電晶體之電子移動速度隨著多晶矽薄膜之晶粒尺寸增加而增加。再者，多晶矽薄膜之晶粒尺寸與施加於非晶矽薄膜的雷射能量密度有關。因此，有必要對多晶矽薄膜進行檢測以調整 (regulate) 施加的雷射能量，進而獲得最佳的多晶矽薄膜之結晶品質。



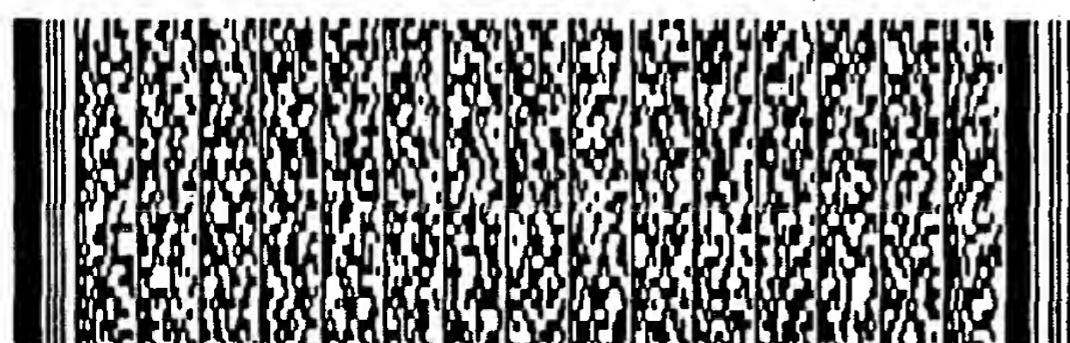
## 五、發明說明 (2)

為了檢測多晶矽薄膜結晶品質，傳統上係利用500到1000倍以上的光學顯微鏡來觀察薄膜表面粗糙度(roughness)以作為多晶矽薄膜之結晶品質指標，由於此種方式係十分仰賴人類肉眼，因此無法獲得精確地量測結果且不適用於大尺寸基板。再者，另一傳統上檢測方式為採用掃描式電子顯微鏡(scanning electron beam microscope, SEM)來檢測多晶矽薄膜之結晶品質。然而，上述方法為破壞性(destructive)檢測，且須耗費許多時間來製作樣本及觀測，而嚴重地影響產能。

### 發明概述：

有鑑於此，本發明之目的在於提供一種多晶矽薄膜之檢測方法及其檢測裝置，以快速地、精確地檢測多晶矽薄膜之結晶品質，並取代傳統上離線(off-line)的破壞性檢測，而能有效地監控多晶矽薄膜之結晶品質並提升產能。

根據上述之目的，本發明提供一種多晶矽薄膜之檢測方法。首先，提供一基板，其上覆蓋有一多晶矽層。接著，提供一具有一既定波長之光源，並透過一分光器以形成第一光束及一用以照射於多晶矽層之一第二光束。偵測第一光束及從多晶矽層反射之第二光束之光強度以獲得一光強度比率。最後，依據光強度比率來監測多晶矽層之結晶品質。其中，光源係一雷射光且既定波長在266 nm到316 nm的範圍。



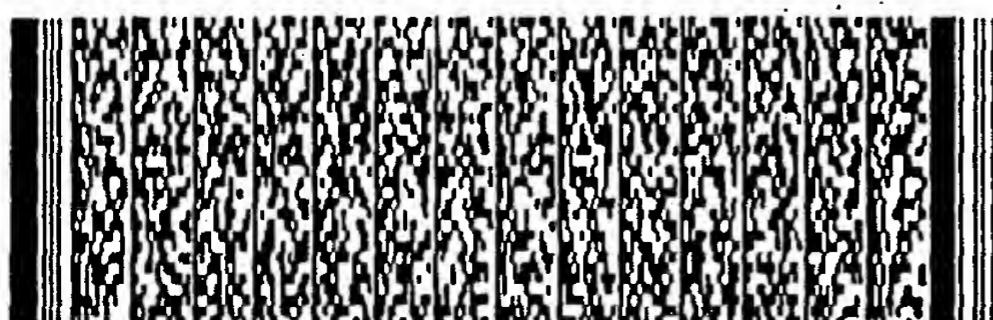
### 五、發明說明 (3)

再者，第一光束與第二光束之分光比 (intensity ratio) 為 30~40% : 70~60%。

又根據上述之目的，本發明提供一種多晶矽薄膜之結晶品質之檢測裝置。檢測裝置包含一分光器、一第一偵測裝置、一第二偵測裝置及一控制單元。分光器係用以接收具有一既定波長之光源而形成一第一光束及一照射於表面覆蓋有一多晶矽層之基板之第二光束。第一偵測裝置係用以偵測第一光束之光強度，且第二偵測裝置係用以偵測從多晶矽層反射之第二光束之光強度。控制單元係耦接於第一及第二偵測裝置之間，用以依據第一與第二光束之光強度比率來監測多晶矽層之結晶品質。其中，光源係一雷射光且既定波長在 266 nm 到 316 nm 的範圍。

再者，第一光束與第二光束之分光比為 30~40% : 70~60%。

又根據上述之目的，本發明提供一種多晶矽薄膜結晶品質之控制方法。首先，提供一第一基板，其上覆蓋有一第一非晶矽層。分別以具有不同第一既定能量密度之雷射對該第一非晶矽層實施退火處理，以在該第一非晶矽層中形成複數第一多晶矽區。接著，提供一具有既定波長之光源，並透過一分光器以形成一第一光束及一用以照射於這些第一多晶矽區之一第二光束。然後，偵測第一光束及從這些第一多晶矽區反射之第二光束之光強度以獲得複數光強度比率，並依據這些光強度比率來決定一第二既定能量密度。最後，提供一第二基板，其上覆蓋有一第二非晶



#### 五、發明說明 (4)

矽層，並以具有第二既定能量密度之雷射對第二非晶矽層實施退火處理，以將第二非晶矽層轉變成一第二多晶矽層。

其中，雷射係一準分子雷射，且第一既定能量密度係在300到500  $\text{mJ/cm}^2$  的範圍。

再者，光源係一雷射光且既定波長在266 nm 到316 nm 的範圍。

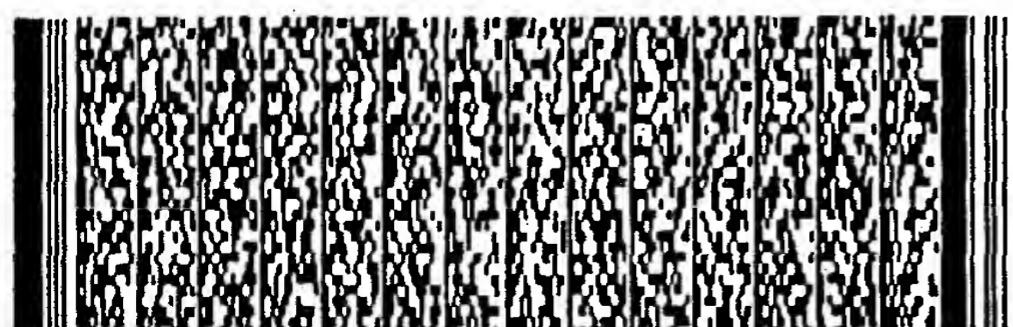
再者，第一光束與第二光束之分光比為30~40% : 70~60%。

再者，第二既定能量密度係可形成最大多晶矽晶粒尺寸之能量密度。

較佳實施例之詳細說明：

第1圖係繪示出根據本發明實施例之多晶矽薄膜結晶品質之檢測方法流程圖。首先，進行步驟S10，提供一基板，例如一透明玻璃基板，此基板上形成有一非晶矽( $\alpha\text{-Si}$ )層。在本實施例中，此基板係供製作薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)之用。基板上的非晶矽層係供後續製作薄膜電晶體之通道層之用。此非晶矽層可藉由化學氣相沉積法(chemical vapor deposition, CVD)形成之，其厚度約在300 Å 到500 Å 的範圍。

接下來，進行步驟S12，以具有一既定能量密度之一雷射對非晶矽層實施退火處理，例如準分子雷射退火處理(ELA)，以將非晶矽層轉變成一多晶矽( $p\text{-Si}$ )層。在本實施例中，雷射之既定能量密度在300到500  $\text{mJ/cm}^2$  的



## 五、發明說明 (5)

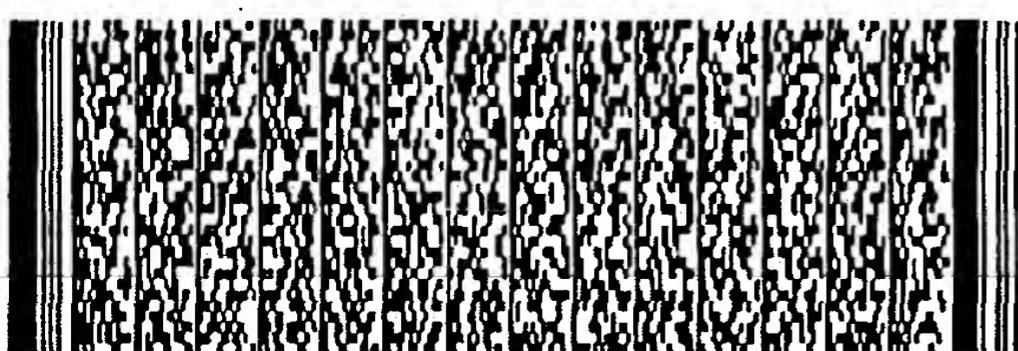
### 範圍。

接下來，進行步驟S14，提供一量測光源，例如一雷射光，並透過一分光器將量測光源分成一第一光束及一第二光束。在本實施例中，此量測光源具有一既定波長，例如在266 nm到316 nm的範圍。其中，第一光束與第二光束之分光比為30~40% : 70~60%。

接下來，進行步驟S16，以第二光束照射於基板上之多晶矽層。之後，進行步驟S18，同時偵測未經過多晶矽層之第一光束之光強度以及從多晶矽層反射之第二光束之光強度。

最後，進行步驟S20，依據上述偵測之結果來獲得一光強度比率（第一光束之光強度／第二光束之光強度）。藉由此光強度比率來監測多晶矽層之結晶品質。

利用雷射退火處理所形成之多晶矽層，其表面粗糙度（晶粒尺寸）會隨著雷射能量密度增加而增加，且於形成最大晶粒尺寸（最佳雷射能量密度）之後，隨著雷射能量密度增加而降低。經本發明者實驗發現，從多晶矽層反射之光束，其光強度會隨著表面粗糙度增加而下降。同樣地，於形成最大晶粒尺寸之後，光強度會隨著晶粒尺寸下降而增加。藉由此一特性，可監測多晶矽層之結晶品質。然而，由於量測光源會衰退或受干擾而影響偵測到的光強度，而造成偵測結果的精確性降低。因此，本發明之檢測方法利用光強度比率來作為檢測結晶品質之指標，以有效排除上述之問題。



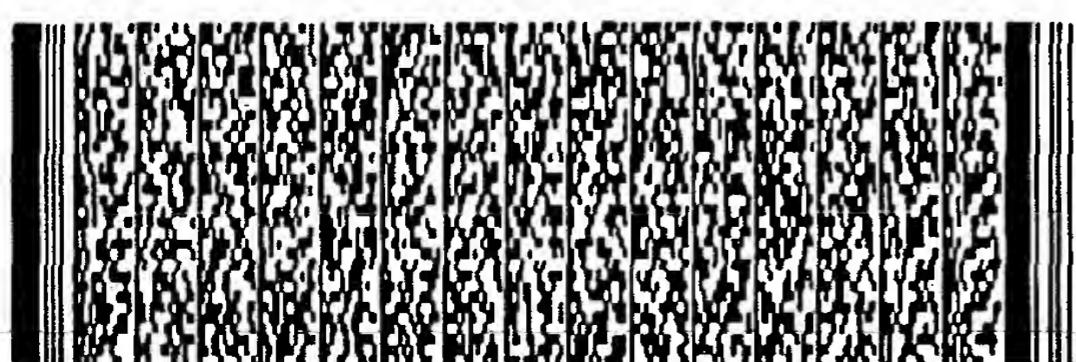
## 五、發明說明 (6)

接下來，請參照第2圖，其繪示出根據本發明實施例之多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置示意圖。一光源產生器200係提供一量測光L，例如一雷射光，用以照射於一表面覆蓋有一多晶矽層102之基板100，例如一玻璃基板。透過一分光器 (beam split) 202接收量測光L將其分成一第一光束L1及一第二光束L2。在本實施例中，此量測光L具有一既定波長，例如在266 nm到316 nm的範圍。其中，第一光束L1與第二光束L2之分光比為30~40% : 70~60%，且第二光束L2係用以照射多晶矽層102。

一第一偵測裝置204係用以偵測第一光束L1之光強度I1，而一第二偵測裝置206則用以偵測從多晶矽層102反射之第二光束L2'之光強度I2'。

一控制單元208，耦接於第一偵測裝置204及第二偵測裝置206之間，用以依據第一光束L1與反射的第二光束L2'之光強度比率 ( $I_1/I_2'$ ) 來監測多晶矽層102之結晶品質。

由於利用本發明之檢測裝置無須破壞基板100，因此可降低製造成本及縮短檢測時間。再者，此檢測裝置可整合於雷射退火處理系統，因此可做線上 (in-line) 檢測。當晶粒尺寸不符合製程要求時，可以立即提出警告，使製程人員立即檢查及調整雷射之能量密度以再度獲得最佳的晶粒尺寸而確保後續產品的良率。再者，雷射回火製程屬於低溫多晶矽製程之前段製程，再此到製程檢測出異常產品並及時予以報廢或重製 (rework)，可有效減少成本。



## 五、發明說明 (7)

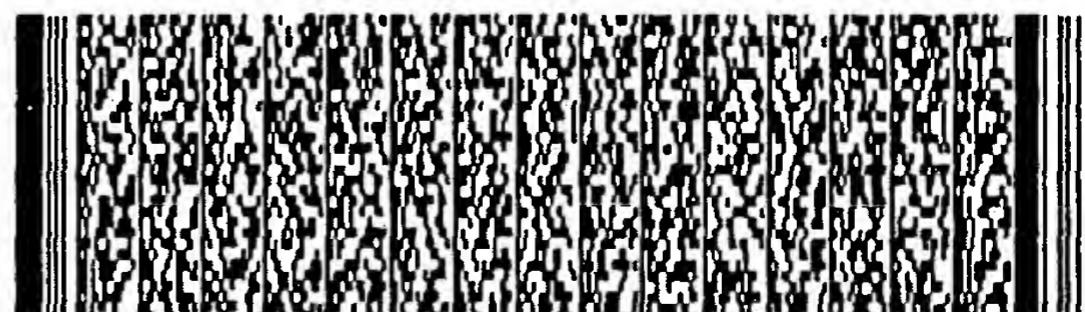
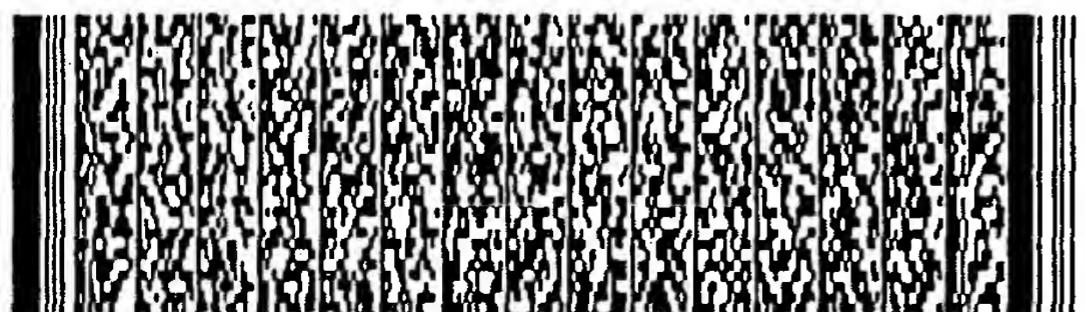
本發明進一步提出多晶矽薄膜結晶品質之控制方法。請參照第3圖，其繪示出根據本發明實施例之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法流程圖。首先，進行步驟S20，提供一測試基板，例如透明玻璃基板，基板上形成有非晶矽( $\alpha$ -Si)層。在本實施例中，測試基板係供測機之用。

接下來，進行步驟S22，分別以具有不同既定能量密度之雷射對測試基板上的非晶矽層實施退火處理，例如準分子雷射退火處理(ELA)，以在非晶矽層中形成複數多晶矽(p-Si)區。在本實施例中，雷射之既定能量密度在300到500 mJ/cm<sup>2</sup>的範圍。

接下來，進行步驟S24，利用第2圖之光源產生器200提供一量測光源L，並透過分光器202將量測光源L分成一第一光束L1及一第二光束L2。同樣地，此量測光源L具有既定波長，例如在266 nm到316 nm的範圍。其中，第一光束與第二光束之分光比為30~40% : 70~60%。

接下來，進行步驟S26，以第二光束L2照射於測試基板上的這些多晶矽區。之後，進行步驟S28，藉由第一偵測裝置204及第二偵測裝置206來同時偵測未經過多晶矽層之第一光束L1之光強度I1以及從這些測試基板上之多晶矽層反射之第二光束L2'之光強度I2'。

接下來，進行步驟S30，由於施加於每一測試基板上的雷射能量密度不同，因此測試基板上形成的這些多晶矽區之結晶品質亦不相同。可藉由控制單元208依據偵測結



## 五、發明說明 (8)

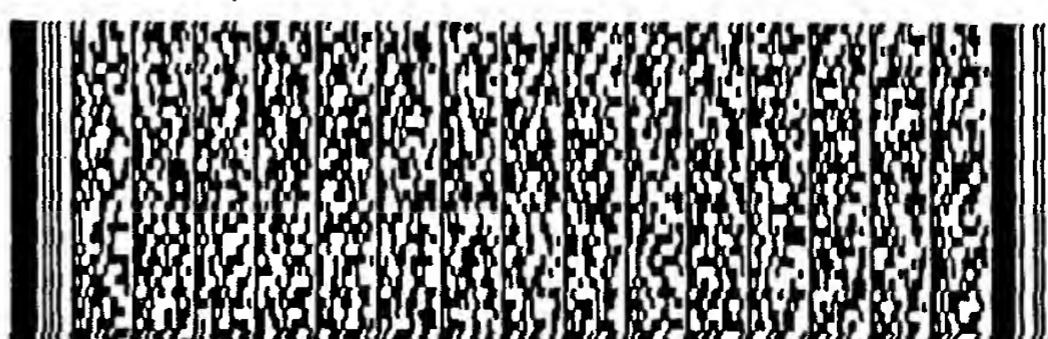
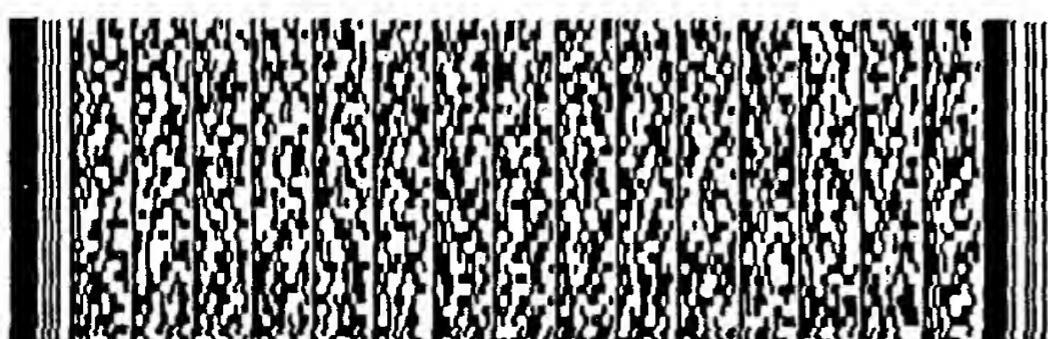
果而獲得不同之光強度比率 ( $I_1/I_2'$ )，且由這些光強度比率中決定出退火處理之較佳的雷射能量密度。

舉例而言，在300到400  $\text{mJ/cm}^2$  的能量密度範圍中選取不同的既定雷射能量密度，如330  $\text{mJ/cm}^2$ 、340  $\text{mJ/cm}^2$ 、350  $\text{mJ/cm}^2$ 、360  $\text{mJ/cm}^2$ 、370  $\text{mJ/cm}^2$  及380  $\text{mJ/cm}^2$ ，而分別對測試基板實施退火處理，以在測試基板上形成不同結晶品質之多晶矽區。接著，檢測每一多晶矽區以獲得光強度比率 ( $I_1/I_2'$ ) 與雷射能量密度及晶粒尺寸之關係曲線，其結果繪示於第4圖。如第4圖所示，以具有既定能量密度350  $\text{mJ/cm}^2$  之雷射實施退火處理之多晶矽層可具有最大的晶粒尺寸 (300 nm)。因此，可形成最大多晶矽晶粒尺寸之較佳的雷射能量密度為350  $\text{mJ/cm}^2$ 。

接下來，進行步驟S32，提供一產品基板，例如一透明玻璃基板，其上形成有一非晶矽層。此處，產品基板係供製作薄膜電晶體液晶顯示器 (TFT-LCD) 之用，且非晶矽層係供後續製作薄膜電晶體之通道層之用。

最後，進行步驟S34，利用具有既定能量密度350  $\text{mJ/cm}^2$  之雷射對產品基板上的非晶矽層實施退火處理，藉以控制非晶矽層轉變成多晶矽層之結晶品質。再者，可進行第1圖之步驟S14到S20，以實施線上檢測。當晶粒尺寸不符合製程要求時，可以立即提出警告，使製程人員立即檢查及調整雷射之能量密度以再度獲得最佳的晶粒尺寸而確保後續產品的良率。

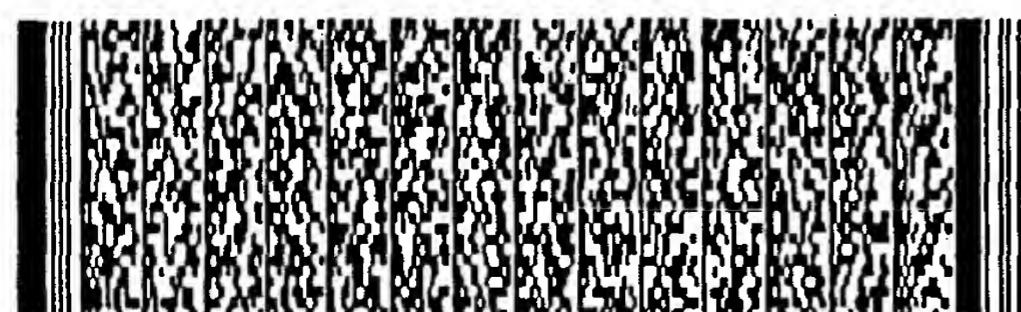
相較於習知技術，本發明之方法可快速地、精確地線



## 五、發明說明 (9)

上檢測多晶矽薄膜之結晶品質，因此能有效地監控多晶矽薄膜之結晶品質並提升產能。再者，由於以本發明之檢測裝置進行檢測為非破壞性檢測，因此可降低製造成本。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



## 圖式簡單說明

為讓本發明之上述目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

第1圖係繪示出根據本發明實施例之多晶矽薄膜結晶品質之檢測方法流程圖；

第2圖係繪示出根據本發明實施例之多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置示意圖；

第3圖係繪示出根據本發明實施例之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法流程圖；

第4圖係繪示出根據本發明實施例之相位差與光子能量之關係曲線圖。

### [符號說明]

100~基板；

102~多晶矽層；

200~光源產生器；

202~分光器；

204~第一偵測裝置；

206~第二偵測裝置；

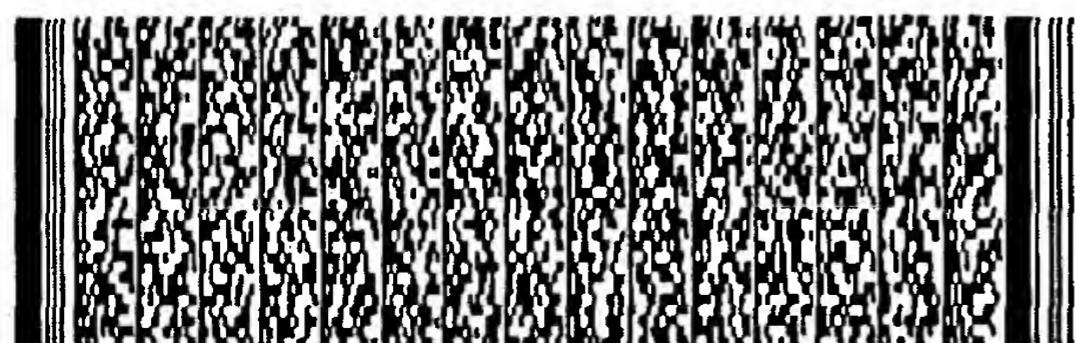
208~控制單元；

L~量測光源；

L1~第一光束；

L2、L2'~第二光束；

I1、I2'~光強度。



## 六、申請專利範圍

1. 一種多晶矽薄膜結晶品質之檢測方法，包括下列步驟：

提供一基板，該基板上覆蓋有一多晶矽層；

提供一具有一既定波長之光源，並透過一分光器以形成一第一光束及一用以照射於該多晶矽層之一第二光束；

偵測該第一光束及從該多晶矽層反射之該第二光束之光強度以獲得一光強度比率；以及

依據該光強度比率來監測該多晶矽層之結晶品質。

2. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜結晶品質之檢測方法，其中該基板係一玻璃基板。

3. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜結晶品質之檢測方法，其中該光源係一雷射光且該既定波長在266 nm 到316 nm 的範圍。

4. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜結晶品質之檢測方法，其中該第一光束與該第二光束之分光比為 30~40% : 70~60%。

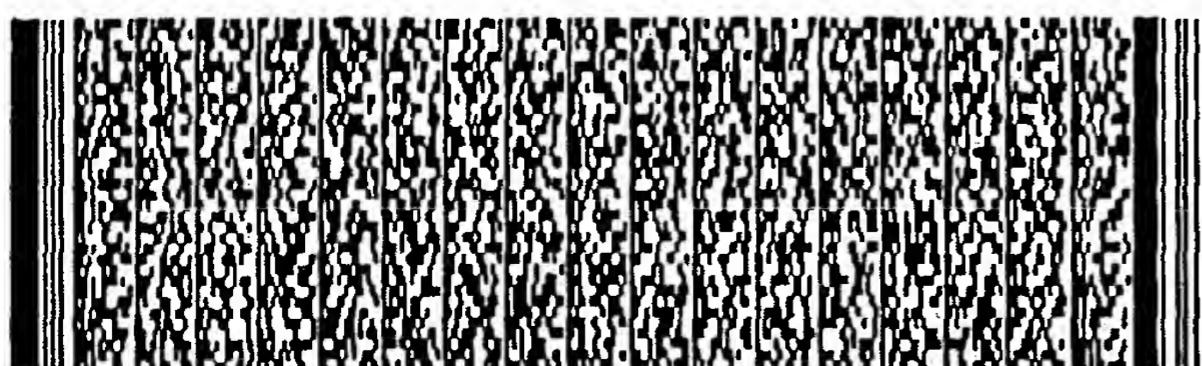
5. 一種多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置，包括：

一光源，其具有一既定波長，用以照射於一表面覆蓋有一多晶矽層之基板；

一分光器，用以接收該光源而形成一第一光束及一照射於該多晶矽層之第二光束；

一第一偵測裝置，用以偵測該第一光束之光強度；以及

一第二偵測裝置，用以偵測從該多晶矽層反射之該第



## 六、申請專利範圍

二光束之光強度。

6. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置，更包括一控制單元，耦接於該第一及該第二偵測裝置之間，用以依據該第一與該第二光束之光強度比率來監測該多晶矽層之結晶品質。

7. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置，其中該光源係一雷射光且該既定波長在266 nm 到316 nm 的範圍。

8. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置，其中該基板係一玻璃基板。

9. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置，其中該第一光束與該第二光束之分光比為30~40% : 70~60%。

10. 一種多晶矽薄膜結晶品質之控制方法，包括下列步驟：

提供一第一基板，該第一基板上覆蓋有一第一非晶矽層；

分別以具有不同第一既定能量密度之雷射對該第一非晶矽層實施退火處理，以在該第一非晶矽層中形成複數第一多晶矽區；

提供一具有既定波長之光源，並透過一分光器以形成一第一光束及一用以照射於該等第一多晶矽區之一第二光束；

偵測該第一光束及從該等第一多晶矽區反射之該第二



## 六、申請專利範圍

光束之光強度以獲得複數光強度比率；

依據該等光強度比率來決定一第二既定能量密度；

提供一第二基板，該第二基板上覆蓋有一第二非晶矽層；以及

以具有該第二既定能量密度之雷射對該第二非晶矽層實施退火處理，以將該第二非晶矽層轉變成一第二多晶矽層。

11. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法，其中該等第一基板及該第二基板係玻璃基板。

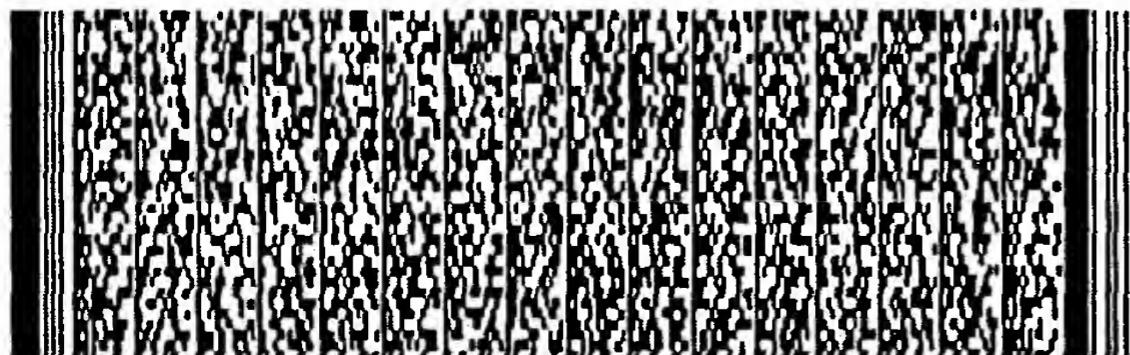
12. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法，其中該雷射係一準分子雷射。

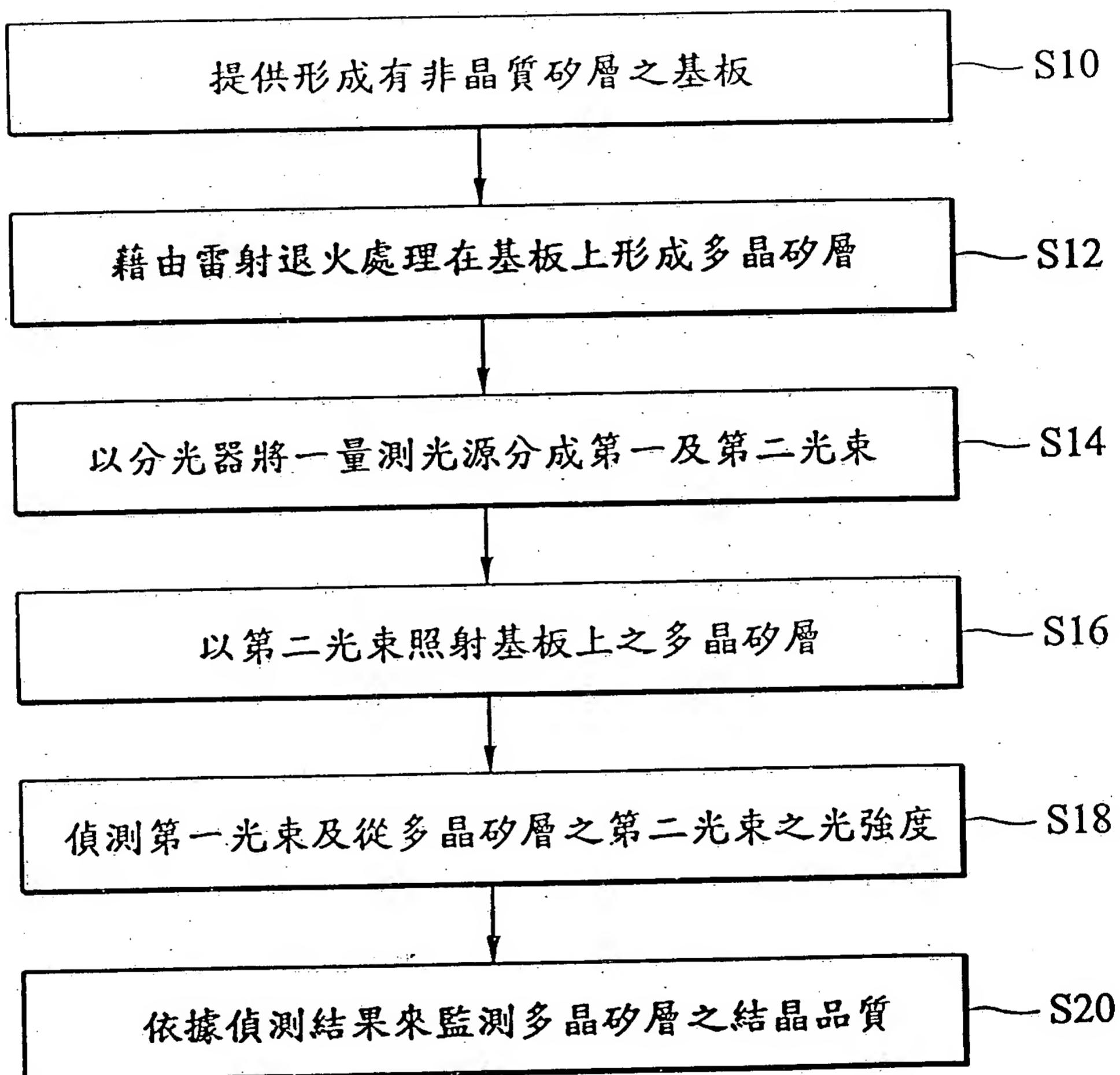
13. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法，其中該第一既定能量密度在300到500  $\text{mJ/cm}^2$  的範圍。

14. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法，其中該光源係一雷射光且該既定波長在266 nm 到316 nm 的範圍。

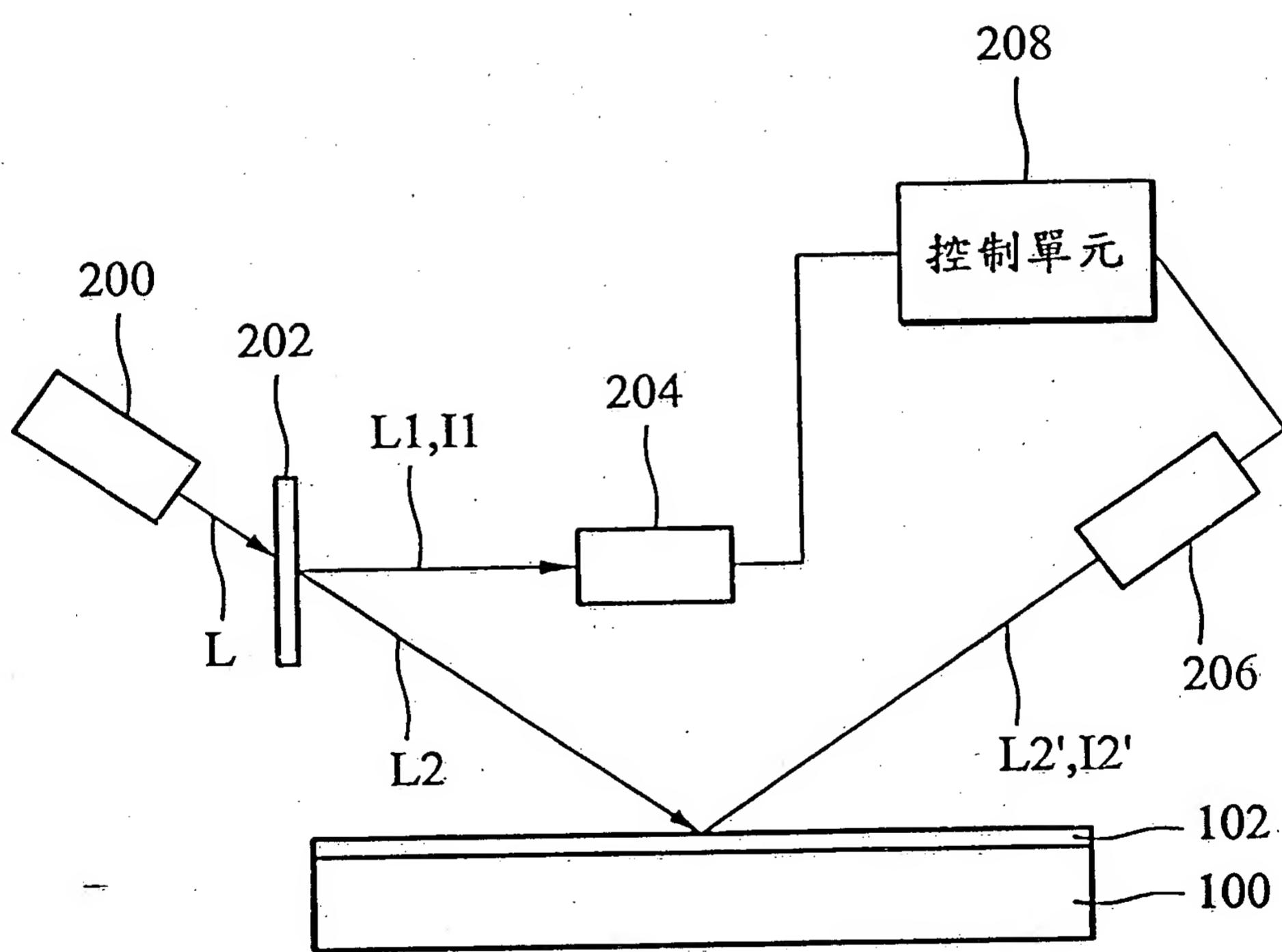
15. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法，其中該第一光束與該第二光束之分光比為30~40% : 70~60%。

16. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽薄膜結晶品質之控制方法，其中該第二既定能量密度係可形成最大多晶矽晶粒尺寸之能量密度。

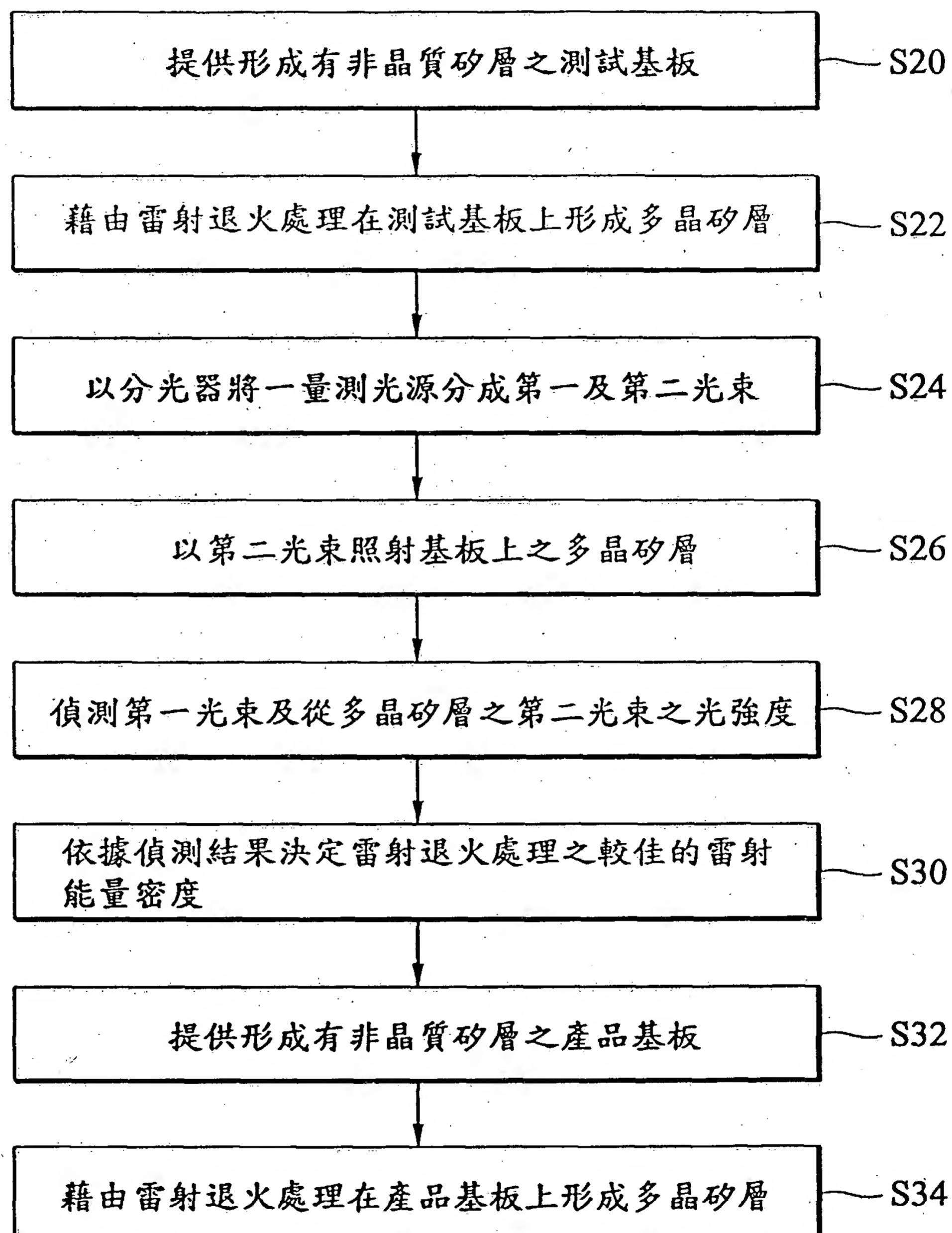




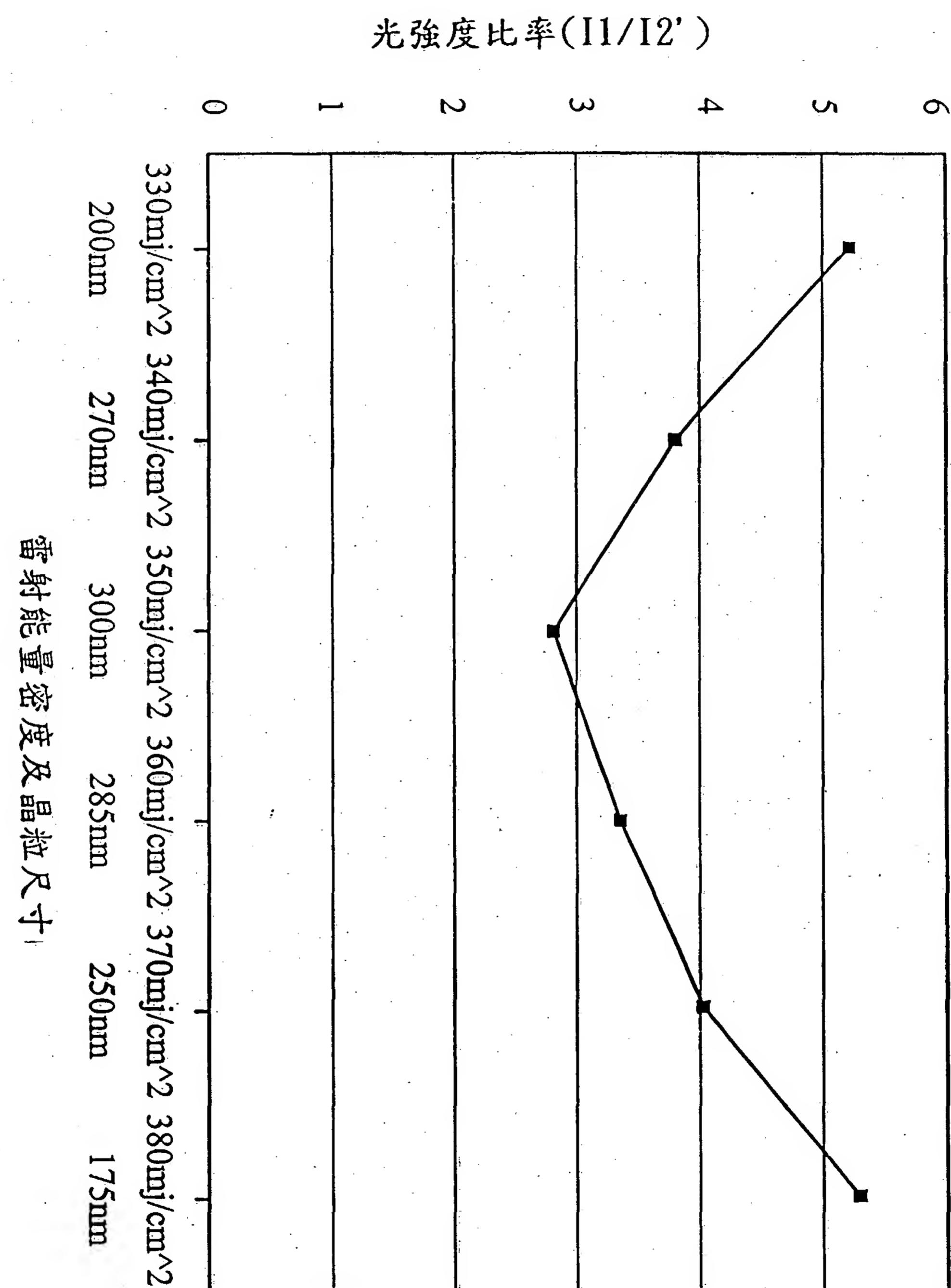
第 1 圖



第 2 圖



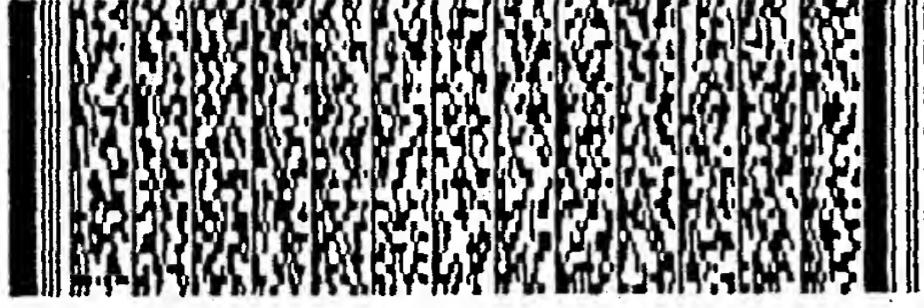
第 3 圖



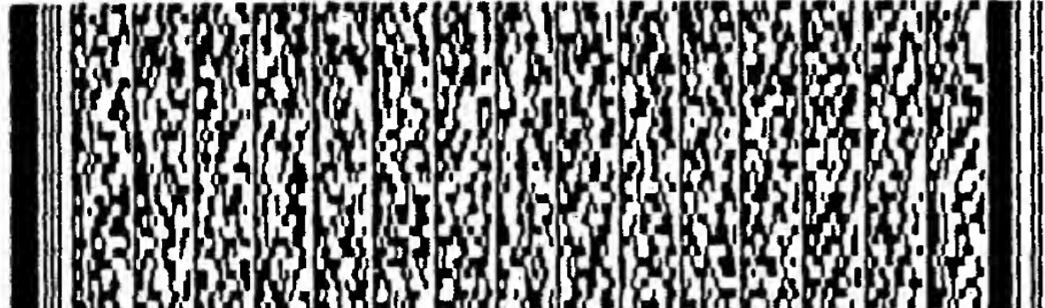
第4圖

申請案件名稱:多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置及其檢測與控制方法

第 1/16 頁



第 4/16 頁



第 5/16 頁



第 6/16 頁



第 7/16 頁



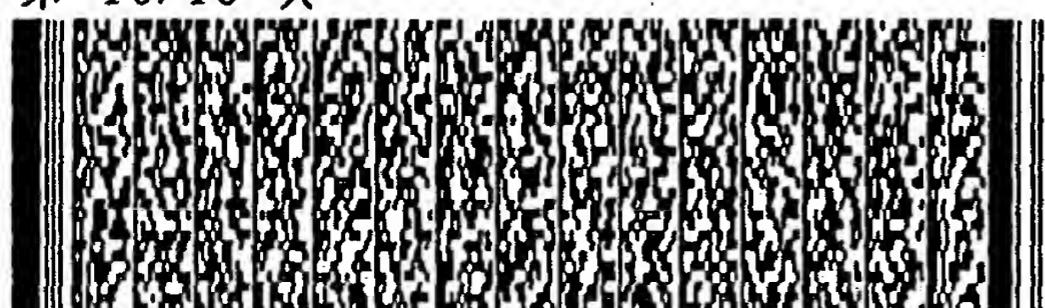
第 8/16 頁



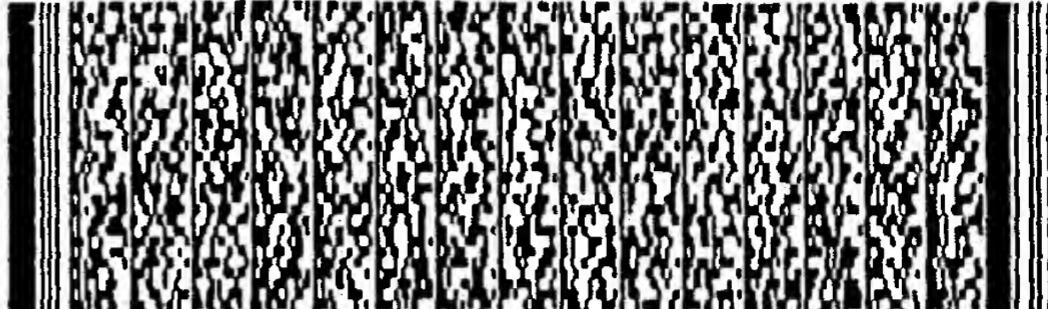
第 9/16 頁



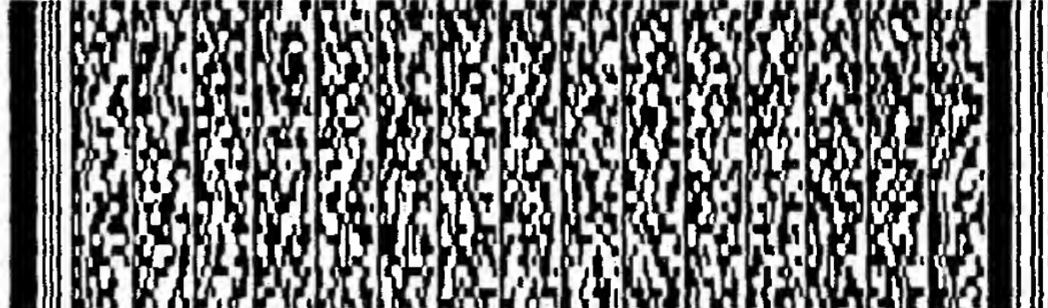
第 10/16 頁



第 2/16 頁



第 4/16 頁



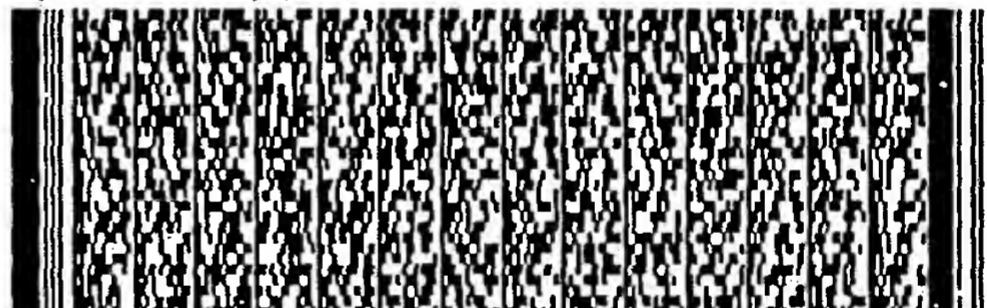
第 5/16 頁



第 6/16 頁



第 7/16 頁



第 8/16 頁



第 9/16 頁

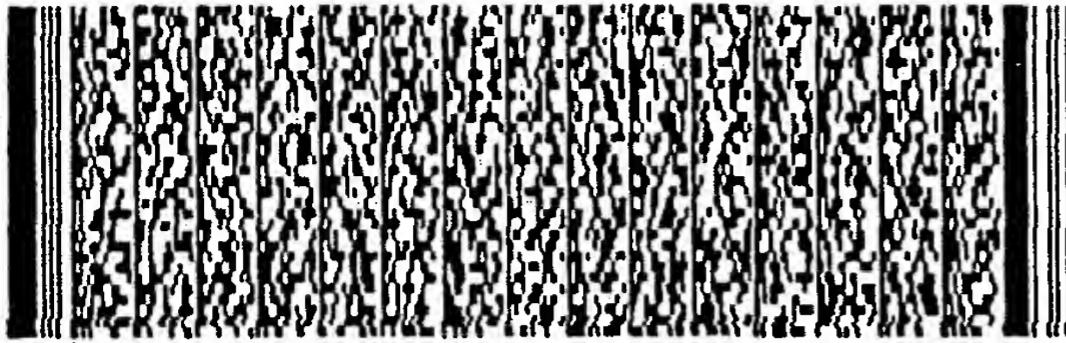


第 10/16 頁

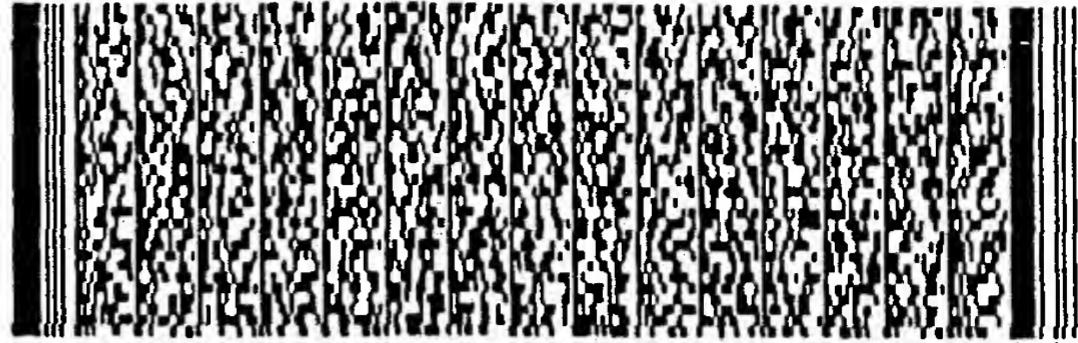


申請案件名稱:多晶矽薄膜結晶品質之檢測裝置及其檢測與控制方法

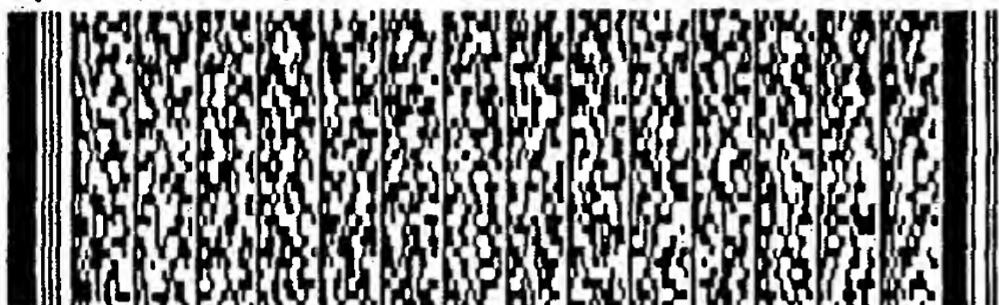
第 11/16 頁



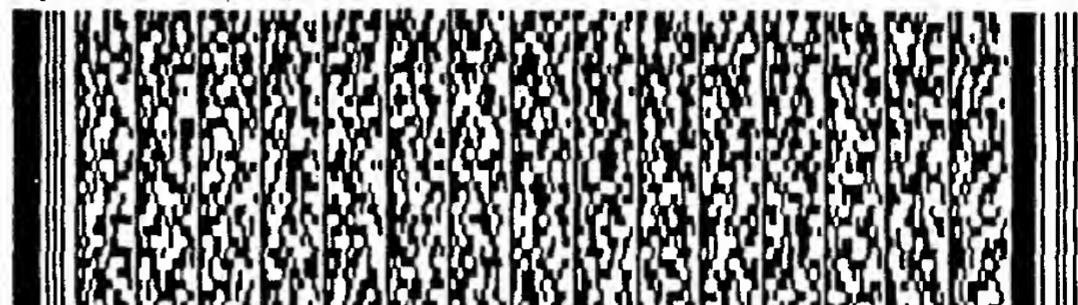
第 11/16 頁



第 12/16 頁



第 13/16 頁



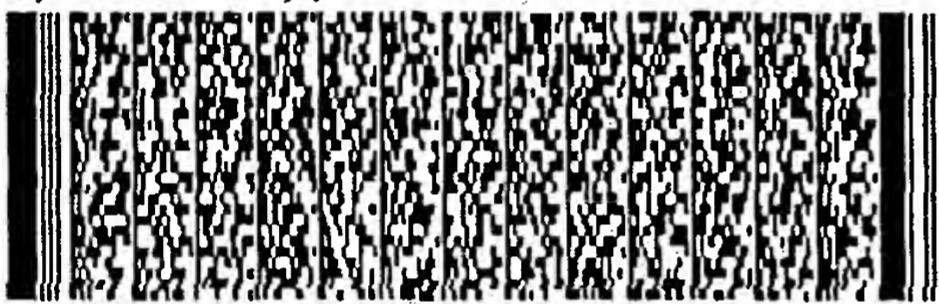
第 14/16 頁



第 15/16 頁



第 15/16 頁



第 16/16 頁

